Revue Ecosystèmes et Paysages, 2024, 4 (1) : 1-17
https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/
ISSN Online: 2790-3230

Dynamique spatio-temporelle de la mangrove du Parc National du Delta du Saloum (PNDS), Sénégal

Spatio-temporal dynamics of Saloum Delta National Park (PNDS) mangrove, Senegal

Diop Alioune Badara[1*], Samb Cheikh Oumar[2], Barry Mamadou[3], Ndour Amadou Abou[3], Cissé Ousmane[1], Mukenza Médard Mpanda[1], Sambieni Kouagou Raoul[1], Mweru Jean-Pierre Mate[1], Diansambu Makanua Isaac[1], Bogaert Jan[4]

[1]Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), Kinshasa, RD Congo, BP.15.373,
[2]Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Thiès, Sénégal, BP. 967
[3]Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR), Bambey, Sénégal, BP. 54
[4]Unité Biodiversité et paysage, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, 5030 Gembloux, Belgique
(*) Auteur correspondant : aliounebadaradiop36@gmail.com

ORCDI des auteurs
Diop Alioune Badara : https://orcid.org/0009-0009-1547-8350 ; Samb Cheikh Oumar : https://orcid.org/0000-0002-9877-5431 ; Barry Mamadou : https://orcid.org/0009-0002-5458-434X ; Ndour Amadou Abou : https://orcid.org/0009-0006-7326-9141 ; Cissé Ousmane : https://orcid.org/0009-0009-3942-9692 ; Mukenza Médard Mpanda : https://orcid.org/0009-0001-9310-0144 ; Sambieni Kouagou Raoul : https://orcid.org/0000-0001-5062-0791 ; Mweru Jean-Pierre Mate : https://orcid.org/0009-0002-1362-3445 ; Diansambu Makanua Isaac : https://orcid.org/0009-0005-6302-3431 ; Bogaert Jan : https://orcid.org/0009-0007-9596-496X

Comment citer l'article : Diop Alioune Badara, Samb Cheikh Oumar, Barry Mamadou, Ndour Amadou Abou, Cissé Ousmane, Mukenza Médard Mpanda, Sambieni Kouagou Raoul, Mweru Jean-Pierre Mate, Diansambu Makanua Isaac, Bogaert Jan (2024b) Dynamique spatio-temporelle de la mangrove du Parc National du Delta du Saloum (PNDS), Sénégal. *Revue Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 4 (1) : 1-17. e-ISSN (Online) : 2790-3230

Doi: https://doi.org/10.59384/recopays.tg4102

Reçu : 1 mars 2024
Accepté : 15 juin 2024
Publié : 30 juin 2024



Résumé

La mangrove du Saloum joue un rôle très important sur les plans socio-économique et écologique. Toutefois, elle subit une dégradation due aux effets conjugués de plusieurs paramètres qui, jusque-là, n'ont pas fait l'objet d'études. L'objectif de cette étude est d'évaluer la dynamique spatio-temporelle de la mangrove du Saloum. Pour ce faire, une analyse diachronique entre 2008 et 2022 a été réalisée sur des images satellitaires LANDSAT 7 et 8 à l'aide du logiciel QGIS. La classification supervisée par maximum de vraisemblance a été appliquée. Cette dynamique a été couplée à des enquêtes socio-économiques pour caractériser les facteurs anthropiques. Les résultats ont montré 5 classes d'occupation du sol telles que la mangrove, les tannes, l'eau, les zones habitées et les autres (forêts/ zones de culture). En général, la mangrove présente une stabilité remarquable avec un indice de 13,05. Quant aux classes, l'eau s'est montrée plus stable suivie de la mangrove mais les tannes et les zones habitées ont été instables. La mangrove a connu une régression avec un taux d'évolution de -7,47% dans la période étudiée au profit des tannes et des zones habitées qui ont vu leur superficie relative doublée passant respectivement de 5,95 à 10,49% et 0,02 à 0,04%. Ces tendances évolutives sont expliquées par les activités anthropiques qui ont été peu intenses. En effet, la classification ascendante hiérarchique a permis d'identifier trois types d'acteurs : les exploitants de bois, les ramasseurs de crevettes et les pêcheurs. En revanche, ces activités à petite échelle ont été compensées par la participation de la population à la restauration de la mangrove. En outre, les enquêtés ont affirmé la prépondérance des facteurs naturels sur

la dégradation de l'écosystème. Ainsi il serait intéressant d'étudier l'influence des facteurs naturels sur l'évolution de la mangrove.

Mots clés : Mangrove, PNDS, dynamique spatio-temporelle, activités anthropiques, occupation du sol.

Abstract

The Saloum mangrove plays a very important socio-economic and ecological role. However, it is undergoing degradation due to the combined effects of several parameters which, until now, have not been studied. The aim of this study is to assess the spatio-temporal dynamics of the Saloum mangrove. To this end, a diachronic analysis between 2008 and 2022 was carried out on LANDSAT 7 and 8 satellite images using QGIS software. Maximum likelihood supervised classification was applied. These dynamics were coupled with socio-economic surveys to characterize anthropogenic factors. The results showed 5 land-use classes: mangrove, tannes, water, inhabited areas and others (forests/cultivated areas). In general, mangroves were remarkably stable, with an index of 13.05. In terms of classes, water was the most stable, followed by mangroves, but tannes and inhabited areas were unstable. Mangrove regressed, with a rate of change of -7.47% over the period studied, to the benefit of tannes and inhabited areas, which saw their relative surface area double from 5.95 to 10.49% and 0.02 to 0.04% respectively. These trends can be explained by the low intensity of human activity. The bottom-up hierarchical classification identified three types of stakeholders: timber harvesters, shrimp gatherers and fishermen. On the other hand, these small-scale activities were compensed by the population's participation in mangrove restoration. Furthermore, the respondents affirmed the preponderance of natural factors in the degradation of the ecosystem. It would therefore be interesting to study the influence of natural factors on mangrove evolution.

Keywords: Mangrove, PNDS, spatio-temporal dynamics, anthropogenic activities, land use

1. Introduction

Les écosystèmes mangroves sont classés parmi les écosystèmes les plus productifs et les plus importants biologiquement dans le monde (Giri et al. 2011). Ils couvrent environ 152000 km^2, soit 75 % du littoral mondial, moins de 0,4 % des superficies forestières (Spalding et al. 2011 ; MEA et FAO, 2018). L'Afrique, à elle seule, possède plus de 3,2 millions ha de mangroves réparties comme suit : 49 % au littoral atlantique occidental, 14% au littoral atlantique central et 37 % au littoral de l'océan Indien (FAO, 2009 ; Lebigre, 2010 ; Andriamanantena, 2015). Au Sénégal, la mangrove s'étend sur environ 200 000 ha soit environ 8 % des superficies forestières (ADG, 2011 ; Le Partenariat, 2019). La mangrove du Saloum, le site de l'étude, occupe une superficie de 80 000 ha, soit 40% de la superficie totale des mangroves du Sénégal (Pritchard, 1967 ; Marius, 1979 ; Diop et al. 1997).

L'estuaire du Saloum abrite des formations végétales de mangrove à la base de multiples fonctions qui englobent la fixation des côtes par le piégeage des sédiments, la reproduction de la faune ichtyologique, l'approvisionnement en produits variés (bois, huîtres, poissons, arches, tiges, fibres, feuilles) (Dièye et al. 2013b). A ces fonctions s'ajoutent la purification de l'air et de l'eau, ainsi que la lutte contre le changement climatique à travers la séquestration du carbone (Ajonina et al. 2014).
Bien que la dynamique spatiale de la mangrove au Sénégal reste le plus souvent influencée par des facteurs naturels, les actions anthropiques demeurent aussi non négligeables (Giulia, 2009 ; Diéye et al. 2013a ; Solly et al. 2018 ; Soumaré et al. 2020). Ces dernières créent une forte pression à cause de l'intensification des activités de la population qui est toujours à la recherche de bois de palétuviers et d'espaces à bâtir, à cultiver, à exploiter sur le plan touristique (Diédhiou et al. 2021 ; Folega et al. 2023). Tous ces facteurs réunis seraient à l'origine d'une baisse de l'étendue et de la qualité de la mangrove mais aussi de la recrudescence des phénomènes éoliens (Moreau, 2004 ; Ndour, 2005 ; Ackermann et al. 2007 ; Andrieu et al. 2013). En effet au Saloum, les pressions sur la mangrove ont entrainé une diminution de sa superficie de 25 % (Diéye et al. 2013b). Ainsi une bonne connaissance de l'importance de la mangrove est donc nécessaire pour mettre en œuvre des stratégies de gestion durable de ces

écosystèmes. Toutefois, des informations manquent sur l'état de l'évolution actuelle de la mangrove et les facteurs influençant sa dynamique pour une gestion durable. L'objectif général de cette recherche est d'évaluer la dynamique spatio-temporelle de la mangrove du Saloum. Il s'agit spécifiquement d'estimer le taux de déforestation de la mangrove et d'identifier l'impact des facteurs anthropiques sur la déforestation de la mangrove. L'étude assume l'hypothèse selon laquelle les activités anthropiques sont les principaux facteurs de la régression de la mangrove.

2. Matériel et Méthodes

2.1 Description du milieu d'étude

L'estuaire du Saloum est situé dans la Petite Côte, centre ouest du Sénégal, entre les latitudes 13°35' et 14°10' Nord et les longitudes 16°50' et 17°00' Ouest. Le Saloum, qui fonctionne en estuaire inverse (Diop et al. 2024), est un véritable bras de mer délimité par une végétation de mangrove. L'étude a été conduite dans cinq (05) villages : Missirah (13°40' ; 16°30'), Djinack (13°36' ; 16°32'), Massarinko (13°35' ; 16°28'), Bettenty (13°40' ; 16°37') et Bagadadji (13°39' ; 16°29') polarisés par le PNDS et situés dans la commune de Toubacouta (Figure 1).

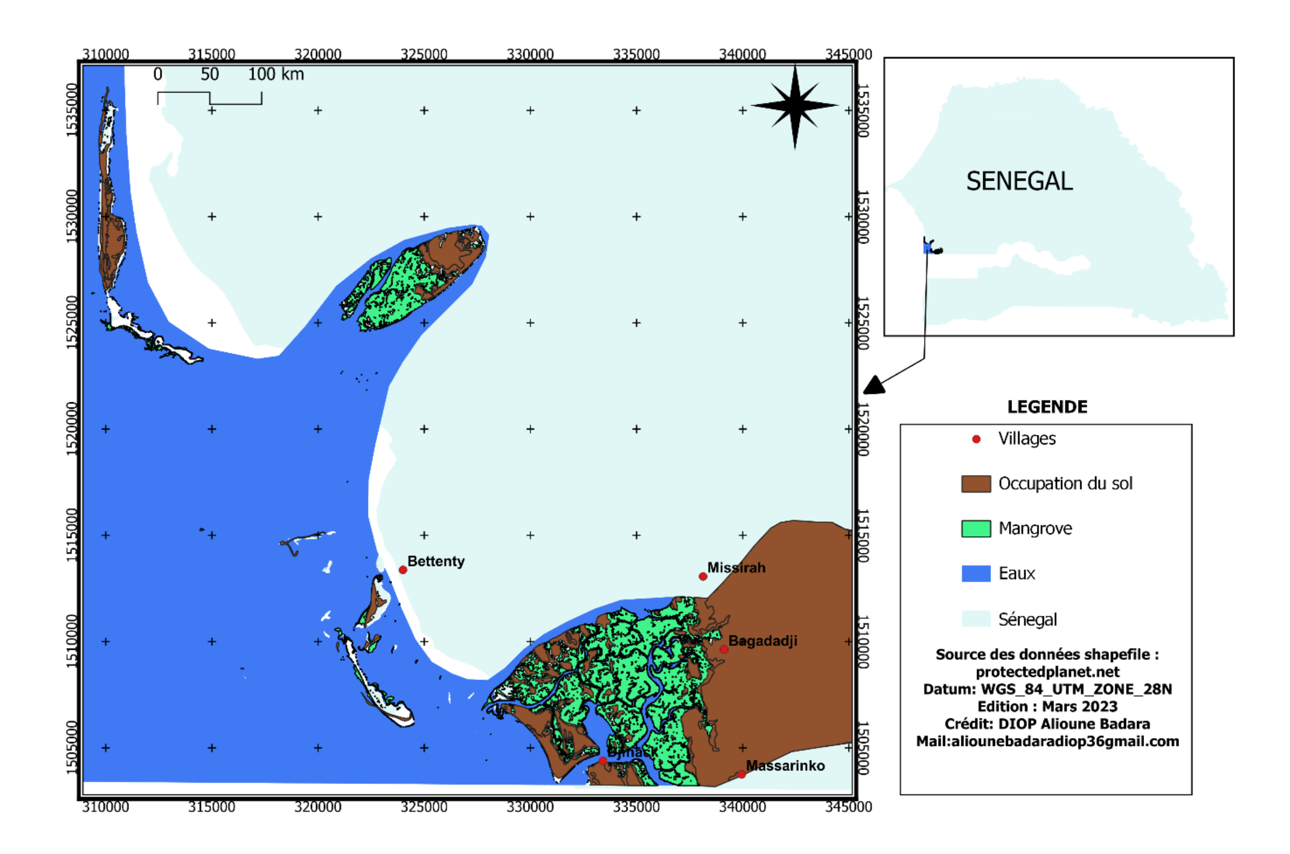


Figure 1. Localisation de la zone du PNDS et des villages d'étude

La commune de Toubacouta s'étend sur une superficie de 170 km² avec une population de 37 529 habitants, soit 220 habitants. Km^{-2} (PCD Toubacouta, 2016). La population de la commune est composée essentiellement de jeunes avec comme activités principales l'agriculture, la pêche, l'élevage, la cueillette de produits forestiers, le tourisme, l'artisanat, l'extraction du sel et l'exploitation des coquillages. Le climat y est de type tropical, soudano-guinéen marqué par l'alternance d'une saison pluvieuse (3 mois allant de juillet à septembre) et une saison sèche (9 mois allant d'octobre à juin). Les vents dominants sont l'alizé continental et la mousson (PAG du PNDS, 2020). Les températures moyennes annuelles oscillent de 20,6 à 36,8°C avec des pluviométries allant de 600 à 900mm (ANACIM, 2022). Le territoire communal est marqué par la présence de cinq types de sols. Des sols tropicaux ferrugineux appelés « sols Dior » sont meubles et perméables. Des sols argileux-sableux de types meubles, stables et riches en matières organiques. Des sols hydromorphes, « Deck » très riches en éléments minéraux et matières

organiques. Les tannes, acides et salées, impropres à l'agriculture représentent 5% des terres (PDC Toubacouta, 2020). La végétation varie des forêts galeries aux savanes arborées en passant par des savanes boisées et arbustives et une strate herbacée clairsemée dans les zones exondées mais aussi des écosystèmes mangroves. Le réseau hydrographique de la commune de Toubacouta est très dense avec les eaux de ruissellement et la présence d'au moins 151 bas-fonds (PDC Toubacouta, 2020).

2.2. Collecte des données

2.2.1. Acquisition des images

La carte de la zone d'étude a été extraite à partir de deux images Landsat 7 et 8 (30 m de résolution spatiale) prises en saison sèche sur la période de 2008-2022. Ces images, téléchargées dans le site *United States Geological Survey* (USGS), ont été choisies principalement selon leur disponibilité, la saisonnalité et l'objectif de l'étude (Barima et al. 2010).

2.2.2. Enquêtes

Les enquêtes semi-structurées auprès des populations ont permis d'appréhender la pression anthropique sur la mangrove (Figure 2). A cet effet, la base de données du recensement administratif de la commune de Toubacouta a été exploitée. Un questionnaire d'enquête a été aussi élaboré. Les thématiques abordées ont porté essentiellement sur les activités de production, d'exploitation des ressources, les pressions anthropiques, les reboisements et les stratégies de conservation. Les principales cibles ont été les personnes ressources intervenant aussi bien dans l'exploitation et la transformation de la mangrove (pêcheurs, les ramasseurs de bois et de fruits de mer et transformateurs des produits halieutiques) que la gestion de la mangrove (collectivités territoriales, comité de gestion de la mangrove, et Groupement Intérêt Economique) (Diéye et al. 2013b). Un échantillonnage aléatoire simple a été effectué. La taille de l'échantillon a été calculée à l'aide de la formule 1 de Fisher et al. (1994). Ainsi, sur une population totale de 11953 habitants, 100 personnes ont été enquêtées, soit un taux de sondage de 0,84% (tableau 1).

$$\mathbf{nf} = \frac{\mathbf{n}}{\mathbf{1} + \frac{\mathbf{n}}{\mathbf{N}}} \qquad (\mathbf{1})$$

- n = 1/d² nf = taille de l'échantillon ;
- d = degré d'erreur =10%;
- N = nombre total d'acteurs

Tableau 1. Nombre d'acteurs enquêtés par village (Recensement administratif, 2021)

Villages	Effectifs	Nombre d'acteurs enquêtés
Bettenty	7486	64
Massarinko	686	6
Bagadadji	196	4
Djinack	618	5
Missirah	2978	24
Total	**11953**	**100**



Figure 1. Enquête auprès de la population riveraine

2.3. Traitements et Analyse des données
2.3.1. Cartographie et télédétection
Classification des images

- **Classification non supervisée**

A partir des compositions colorées, une classification non supervisée des images Landsat a été réalisée pour le regroupement des classes d'occupations du sol dans le paysage. La classification non supervisée permet d'analyser l'ensemble des signatures spectrales de tous les pixels de l'image et de déterminer des groupements naturels, c'est-à-dire regrouper les pixels sur la base de signatures spectrales similaires.

- **Classification supervisée**

Après téléchargement, des corrections radiométriques avec deux capteurs ETM+ et TM, ont été effectuées. Les prétraitements des images ont été réalisés avec ENVI 5.3 et ArcGIS 10.2.2 à l'aide de Gap mask.
Les images ont été ensuite géoréférencées en utilisant WGS-84 dans le référentiel UTM Zone 28N. Enfin, le mosaïquage a été réalisé uniquement avec deux scènes d'images Landsat pour chaque année de l'étude afin de couvrir l'ensemble de la zone d'étude.
A partir des compositions colorées, une classification non supervisée des images Landsat a été réalisée pour le regroupement des classes d'occupation du sol dans le paysage.
Une classification supervisée des images Landsat appuyée sur l'algorithme du maximum de vraisemblance, a été exécutée après avoir défini les zones d'entrainements avec un GPS Garmin 64s. Pour une représentativité effective des classes de l'occupation du sol, les zones d'entraînements ont été choisies, à raison d'au moins 35 polygones par occupation du sol. Cinq classes d'occupation du sol ont été retenues suite à la classification supervisée, à savoir la « mangrove », les « tannes », les « autres (forêts/ zones de culture) », l'« eau » et les « zones habitées ».

La validation des classifications s'est appuyée sur la visite de 120 points GPS, indépendants de ceux utilisés pour la classification supervisée. Les points ont été répartis de façon régulière sur l'ensemble des classes d'occupation issues de la classification de l'image de 2022 pour la construction de la matrice de confusion. La fiabilité de la classification a été vérifiée par le calcul de la précision globale et l'indice de Kappa (κ). Ainsi, une classification est recevable lorsque l'indice de Kappa évalué est supérieur à 61 % (Landis et Koch, 1977 ; Jessen et al. 1994 ; Pontius, 2000).

Analyse de la dynamique

Pour l'évaluation des pertes ou des gains, une matrice de transition des classes d'occupation du sol entre 2008 et 2022 a été établie.

Les variations ou évolutions (E) ont été calculées selon la formule 2 (Bidossessi et al. 2018) : la dynamique de chaque catégorie d'occupation a été appréciée en calculant le taux d'évolution (i,) des superficies d'occupation du sol de la façon suivante : Soit Si la superficie d'une catégorie d'occupation du sol de l'année i et Sk, celle d'une catégorie d'occupation du sol de l'année k, avec k > i. E (i, k) est égale à :

$$\mathbf{E}\ (\boldsymbol{i},\boldsymbol{k}) = \frac{\mathbf{Sk} - \mathbf{Si}}{\mathbf{Si}} * \mathbf{100} \qquad (\mathbf{2})$$

Si E (i, k) = 0, on conclut qu'il y a stabilité de cette catégorie d'occupation du sol ; Si E (i, k) < 0, on conclut qu'il y a régression de cette catégorie ; Si E (i, k) > 0, il y a extension ou évolution de cette catégorie. Cet indice est calculé pour toutes les catégories d'occupation du sol. Il permet d'apprécier l'évolution des différentes catégories d'occupation du sol entre deux périodes.

L'indice de stabilité d'une classe d'occupation du sol a été évalué par le rapport de la valeur de la diagonale et de la somme des valeurs hors diagonales de la matrice de transition (formule 3) (Bogaert et al. 2014).

$$\boldsymbol{Indice\ de\ stabilit}\acute{e} = \frac{\boldsymbol{Superficie\ de\ la\ diagonale}}{\boldsymbol{Superficie\ hors\ diagonale}} \qquad (\mathbf{3})$$

2.3.2. Analyses des données d'enquêtes

Les données d'enquêtes ont été soumises à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), à l'aide du logiciel R 4.3.1, afin de dégager les différents groupes socioéconomiques d'utilisation de la mangrove. Le tableur Excel a permis de calculer les différentes proportions et de concevoir les graphiques.

3. Résultats

3.1. Précision de la classification des images satellitaires

Les classifications supervisées des images Landsat appuyées sur l'algorithme du maximum de vraisemblance ont donné des précisions globales de 98,42 et 91,05 %, avec des valeurs de Kappa (κ) allant de 97,99 à 88,55% respectivement en 2008 et 2022. Ces classifications ont révélé l'existence de cinq classes d'occupation du sol. Par ailleurs, l'observation comparée des cartes diachroniques montre une régression continue de la mangrove dans tous les sens, au profit des tannes et des zones habitées qui ont enregistré une expansion spectaculaire (Figure 3).

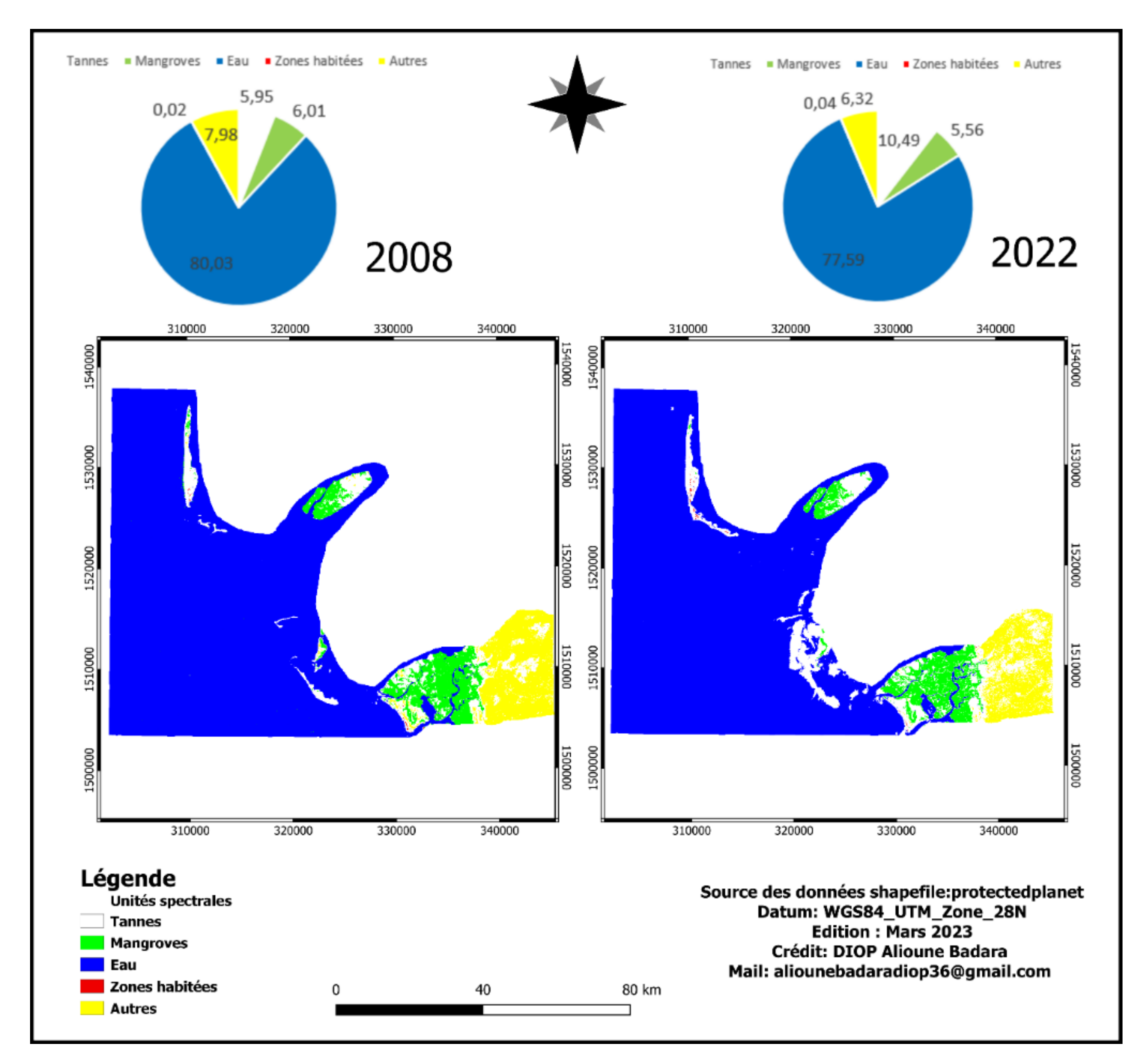


Figure 2. Occupation du sol entre 2008 et 2022

3.2. Occupation du sol entre 2008 et 2022

Le Tableau 2 montre les superficies des classes d'occupation du sol de la mangrove entre 2008 et 2022, les gains de superficie et les taux d'évolution des classes. Il ressort de l'analyse que la classe eau a enregistré la plus grande superficie en 2008 (609, 38 km^2 ; soit 80,3%), suivie des forêts/zones de culture (60,74 km^2 ; soit 8%), des mangroves (45,77 km^2 ; soit 6%) et des tannes (45,32 km^2 ; soit 5,95%). La classe zones habitées occupe la plus petite superficie (0,19 km^2 ; soit 0,02%). En 2022, les tannes et les zones habitées ont connu une augmentation de leurs superficies aux détriments des autres classes avec des gains de superficie respectifs de 4,45% (soit un taux d'évolution de 76,19%) et de 0,02% (soit un taux d'évolution de 80,21%). Cependant, l'eau et la mangrove ont légèrement régressé avec des pertes de superficies respectives entre 2008 et 2022 de 0,44% (soit un taux d'évolution de -7,47%) et de 2,44% (soit un taux d'évolution de -3,06%).

Tableau 2. Dynamique des classes d'occupation du sol entre 2008 et 2022

Classes d'occupa-tion du sol	Superficie en 2008 (km^2)	Proportion en 2008 (%)	Superficie en 2022 (km^2)	Proportion en 2022 (%)	Gain (%)	Taux d'évolution (%)
Tannes	45,32	5,95	79,85	10,49	4,54	76,19
Mangroves	45,77	6,00	42,35	5,56	-0,44	-7,47
Eau	609,38	80,03	590,75	77,59	-2,44	-3,06
Zones habitées	0,19	0,02	0,35	0,04	0,02	84,21
*Autres	60,74	8,00	48,10	6,32	-1,68	-20,81
Total	**761,4**	**100**	**761,4**	**100**		

*Autres : Forêts/zones de culture

3.3. Matrice de transition

La matrice de transition construite à partir des classes d'occupation du sol de 2008 et de 2022 (Tableau 3) a permis d'appréhender les changements d'occupation du sol intervenus au sein de chaque classe. Ainsi la classe eau a subi une transformation plus marquée de 22,01% en tannes, 0,12% en zones habitées et 0,01% en mangroves. Les forêts/zones de culture (autres) s'en suivent avec une conversion de 16,16% de leur superficie en tannes. La superficie de la mangrove s'est amenuisée de 5,38 et 1,08% respectivement au profit des tannes et de classe eau. La superficie des zones habitées a augmenté de 0,01 et 0,16% respectivement aux détriments de la classe eau et des tannes. Il ressort aussi de cette matrice de transition une conversion de 3,03% de mangroves, 2,42% de la classe eau, 0,20% des zones habitées et 3,52% des forêts/zones de culture (autres) en tannes.
Toutefois, l'analyse de l'indice de stabilité (IS) révèle une très grande stabilité de la mangrove du PNDS (IS=13,05) qui cache des variations au sein des classes. En effet, l'eau a été plus stable (IS=22,89) suivie de la mangrove (IS=6,08) tandis que les tannes et les zones habitées ont été très instables avec des indices respectifs de 0,68 et 0,04.

Tableau 2. Matrice de transition des superficies (km^2) des classes d'occupation du sol de la mangrove entre 2008 et 2022 et indice de stabilité

	2022					
2008	Tannes	Mangroves	Eau	Zones habitées	*Autres	**Total 2008**
Tannes	**36,15**	3,03	2,42	0,20	3,52	45,32
Mangroves	5,38	**39,32**	1,08	0,00	0,00	45,77
Eau	22,01	0,01	**587,24**	0,12	0,00	609,38
Zones habitées	0,16	0,00	0,01	**0,02**	0,00	0,19
*Autres	16,16	0,00	0,00	0,00	**44,58**	60,74
Total 2022	79,85	42,35	590,75	0,35	48,10	761,40
Indice de stabilité	0,68	6,08	22,89	0,04	2,27	13,05

*Autres : forêts et zones de cultures

3.4. Typologie des enquêtés selon leur activité dans la mangrove

La CAH a permis de faire une typologie des acteurs de la mangrove. Le dendrogramme révèle trois types de villages : le premier est constitué de Djinack, le deuxième groupe de Bettenty et le troisième de Massarinko, Missirah et Bagadadji. Les exploitants de bois sont localisés principalement à Bettenty et Djinack. Les ramasseurs de fruits de mer se trouvent à Bettenty et à Missirah. Les pêcheurs de poissons et de crevettes sont localisés à Massarinko, Missirah et Bagadadji (Figure 5).

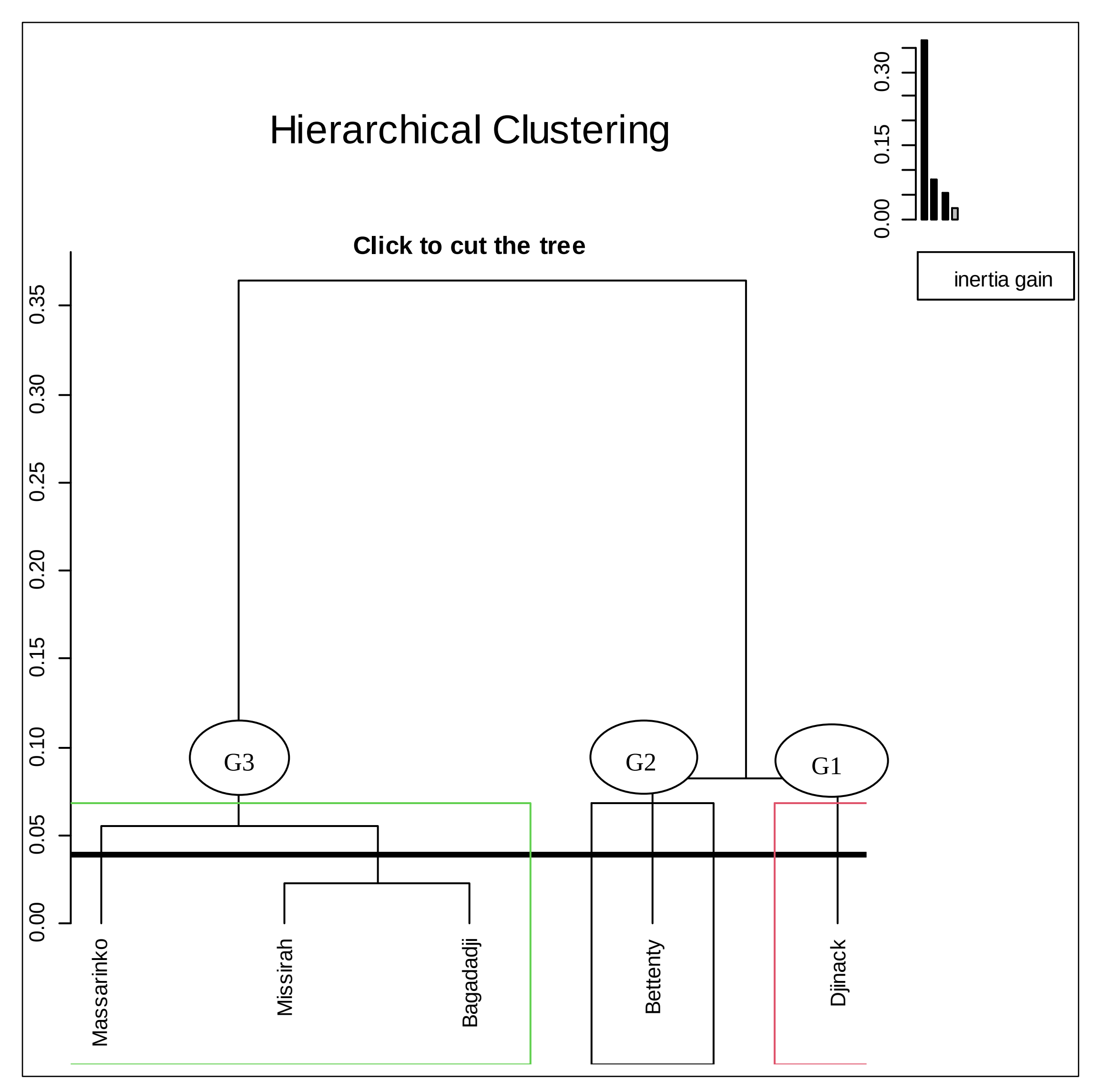


Figure 3. Dendrogramme de la typologie des villages selon les activités de leurs populations respectives dans la mangrove

3.5. Facteur de Dégradation et de restauration de la mangrove

De l'avis des populations, les menaces qui pèsent sur la mangrove sont plus d'ordre naturel (57,14%) telles que la sécheresse (19,05%), le déficit pluviométrique (19,05%), l'érosion (14,29%) et la salinisation (4,76%) que d'ordre anthropique notamment la récolte de bois avec 42,86% des cas (Figure 6).

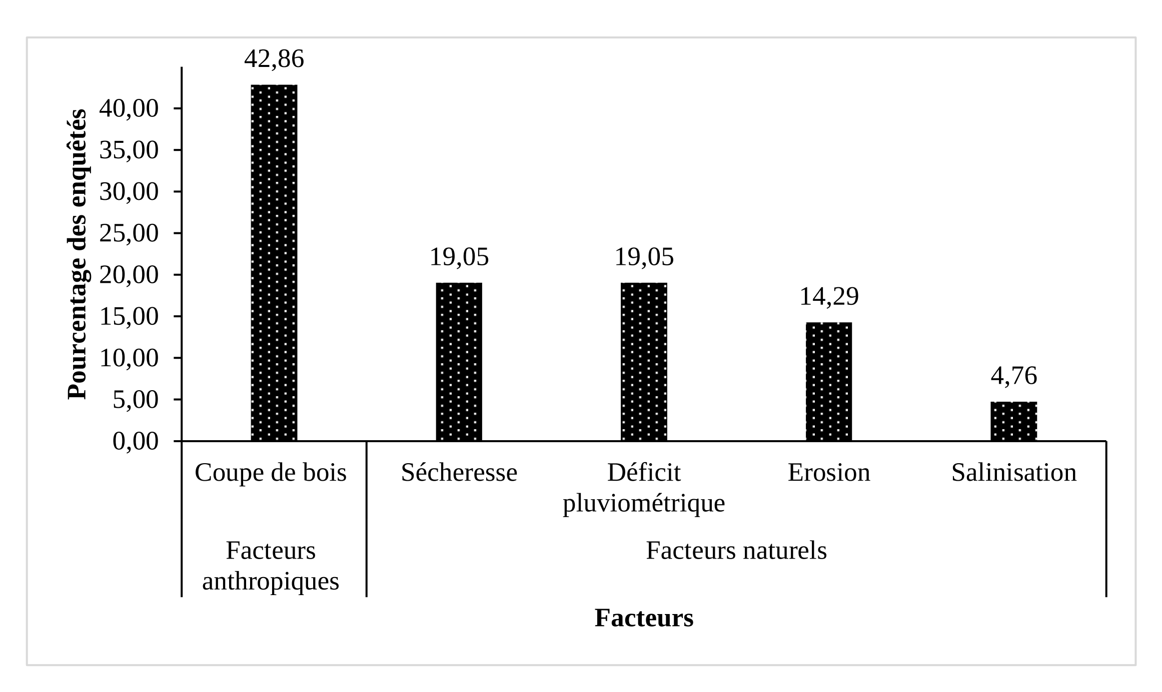


Figure 6. Facteurs de dégradation de la mangrove

La Figure 7 met en exergue la perception des populations sur les facteurs de restauration de la mangrove du Saloum. Ces facteurs sont d'ordres naturels et anthropiques. Le reboisement (18,18%) et la préservation (1,01%) sont les facteurs anthropiques les plus déterminants. Les facteurs naturels se limitent selon 1,01% des enquêtés à la volonté divine. Cependant 79,80% des enquêtés n'ont aucune explication sur l'évolution positive de la mangrove (Figure 7).

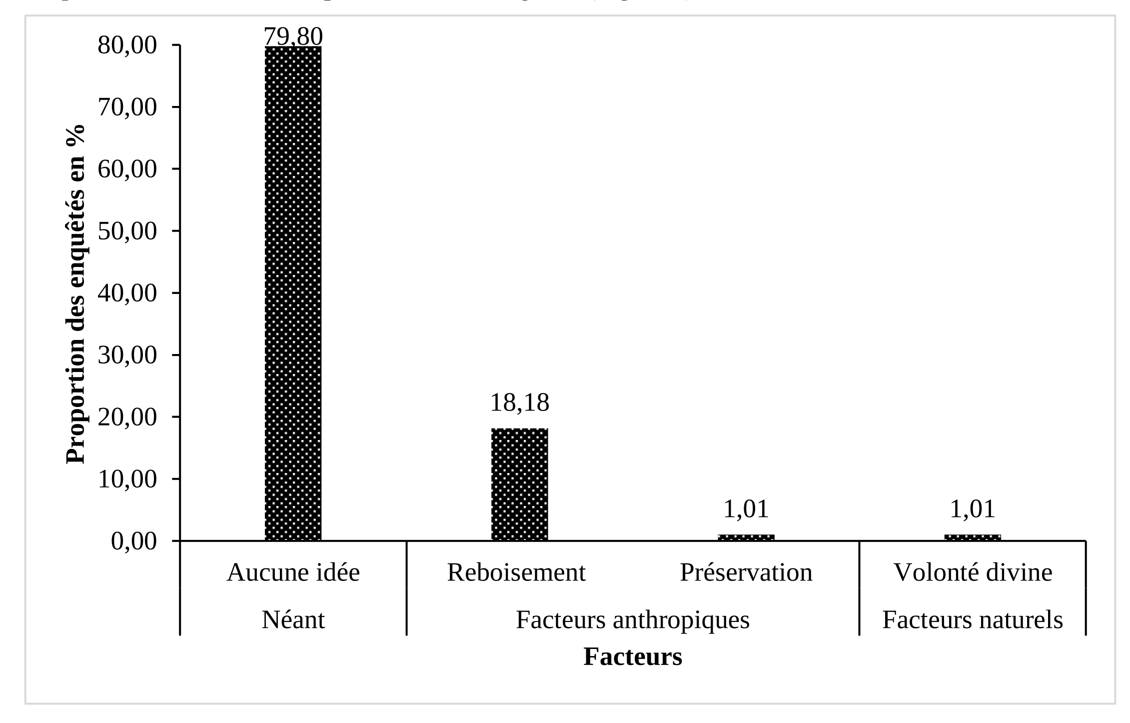


Figure 4. Facteurs de restauration de la mangrove

4. Discussion

4.1. Dynamique des classes d'occupation du sol entre 2008 et 2022

Depuis l'avènement de la télédétection/cartographie, les mangroves sénégalaises font l'objet d'une évaluation perpétuelle par la communauté scientifique. Celle du Saloum a fait l'objet de ce travail. La méthodologie adoptée a permis de voir les différentes unités d'occupation du sol ainsi que leurs transformations dans le temps et dans l'espace. Ces différentes unités d'occupation du sol sont regroupées en cinq classes d'occupation du sol : les tannes, la mangrove, les zones habitées, l'eau et les forêts/zones de culture (autres). Une mutation des différentes classes d'occupation du sol a été observée entre 2008 et 2022. La même méthodologie a été adoptée par Seou (2016), Takou (2016), Kazimna (2021) et Seou (2022). Les classifications des images satellitaires Landsat de 2008 et 2022 ont donné des précisions globales respectives de 98,42 et 91,05 % et des indices de kappa respectifs de 97,99 et 88,55%. Les résultats de la classification d'une image satellite sont considérés comme fiables et exploitables, si l'indice de kappa de cette classification est supérieur à 50% (Pointius et al. 2004). Les classifications effectuées dans le cadre des présents travaux ont des indices de kappa largement supérieurs à 50% et sont donc de bonne qualité. Ces résultats rejoignent ceux de Seou et al. (2022) selon qui, ces classifications permettent de faire l'état des lieux de l'occupation du sol des différentes années et ainsi de percevoir les différents changements.

Une forte stabilité de la mangrove du Saloum a été observée. L'analyse de la stabilité suivant les classes d'occupation du sol montre que seules l'eau, la mangrove et les forêts/zones de culture se sont montrées stables aux détriments des tannes et zones habitées qui ont connu une instabilité. Ces résultats rejoignent ceux de Ndour (2005) selon qui, sur la façade de l'océan Atlantique, la mangrove est relativement stable de Joal à Toubacouta et particulièrement au niveau du PNDS. Ainsi, une légère régression de 7,47% de la mangrove a été notée de 2008 à 2022. Cette diminution s'est faite au profit des tannes qui ont connu une augmentation de leur superficie. La régression de la mangrove s'expliquerait par la forte concentration de la salinité qui est imputable à la faible pluviométrie, à l'ensablement des sources d'eau douce et à un déversement des eaux marines sur les bolongs mais aussi à la pression anthropique. En ce sens que les recherches du CSE (2008) et de Dièye et al. (2013a) précisent que la régression des mangroves du Saloum est due à l'importance de la faiblesse du bilan hydrique entrainant l'augmentation de la salinité (Lombard et al. 2021). En effet, le débit de l'estuaire du Saloum est passé de 0,29 $m^3.s^{-1}$ en 1976, à 0,03 $m^3.s^{-1}$ en 1981 (Diop, 1986 ; 1990). La progression des tannes au détriment de la mangrove a été mise en évidence par les études de Dièye et al. (2013b) ; Andrieu et al. (2019) dans la même zone et le rapport du PAG (2020) de la commune de Toubacouta. Cette même tendance a été observée dans la basse Casamance par Bassène, (2016) ; Solly et al. (2018) ; Sané et al. (2022) et Soumaré et al. (2020) dans leurs études. Nos résultats corroborent ceux d'EPEEC (1989) ; Bassène (2016) ; Solly et al. (2018) ; Sow et Ba (2020) ; Dieng et al. (2022) selon qui, la pression anthropique et le déficit pluviométrique ont joué un rôle important dans l'évolution régressive des mangroves. En outre, la légère régression des surfaces de l'eau en faveur des tannes s'explique par l'ensablement surtout des cours d'eau et le développement par endroits de la mangrove. Ces résultats sont en phase avec ceux trouvés par Andriamanantena et al. (2021) qui stipulent que l'ensablement des eaux douces est dû à l'épaississement des dépôts de vase provenant de l'érosion de la partie amont du marais maritime de Bombetoka en Madagascar. Quant aux zones habitées, leur progression rapide est imputable à l'extension des villages, qui se situent dans le parc, due à l'augmentation des populations. En effet, Dièye et al. (2013b) ont expliqué la dégradation des mangroves de Palmarin par la construction anarchique de cases qui ont augmenté de 3400 en 10 ans, accompagnée d'une croissance importante de la population qui a presque doublé en passant de 6 700 en 1998 à 10 238 habitants en 2004.

4.2. Facteurs anthropiques de la dégradation de la mangrove

Les enquêtes ont montré une forte dépendance de la population riveraine à la mangrove à travers les nombreux produits de subsistance qu'elle y tire. Ainsi, la classification ascendante hiérarchique (CAH) a montré trois types d'acteurs : les ramasseurs de fruits de mer, les pêcheurs, les exploitants de bois. A Bagadadji, Missirah et à Massarinko, les populations s'activent plus dans la pêche et le ramassage des fruits de mer que dans l'exploitation du bois. A Bettenty et Djinack, les populations sont spécialisées dans l'exploitation du bois entrainant la dégradation des mangroves. Ces derniers villages situés à la périphérie, contrairement aux premiers se localisant au centre à proximité du poste de contrôle, ont été plus touchés par cette pression sur la mangrove. Ces multiples activités anthropiques ont été signalées par plusieurs auteurs tels que Okanga-Guay et al. (2019) ; Orekan et al. (2019) ; Rogombe et al. (2022). Le ramassage de bois mort, des fruits de mer et des crevettes, n'est pas une très grande menace puisqu'il est encadré par les agents du parc. Cependant, de l'avis des populations, les facteurs naturels sont plus déterminants dans la dégradation de la mangrove. Ces résultats rejoignent ceux de Dièye (2007) ; Giulia (2009) ; Dièye et al. (2011) selon qui, au Sénégal, la dégradation de la mangrove reste le plus souvent sous l'influence des facteurs naturels. Parmi ces derniers, la sécheresse et le déficit pluviométrique ont été plus cités. Cela confirme le rapport de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) (2022) dont l'analyse montre que la pluviométrie dans cette zone peine à

franchir la barre des 1000 mm. La prépondérance du déficit pluviométrique, conjugué à la sécheresse, dans les facteurs naturels a été signalée par Ndour (2005) ; Dieye et al. (2013a) ; Sané et al. (2022). Par ailleurs, les mangroves sont reconnues pour leur capacité à jouer un rôle socioéconomique, écologique et régulateur du climat (Ndour et al. 2012 ; Pramova et al. 2012 ; Locatelli, 2013). Ces écosystèmes contribuent à entretenir une grande biodiversité de la flore et de la faune notamment halieutiques, fournissant ainsi des produits et services directs aux populations sous forme de bois de construction, bois-énergies, et tanins. Ils participent à la protection du littoral et constituent des puits de carbone (Gordon et al. 1999 ; Stubbs et Saenger, 2002 ; Armah et al. 2010 ; Kairo et Bosire, 2010). Cependant, cette faible pression est compensée par l'adoption des bonnes pratiques de récolte des huîtres qui, selon Ottaviani (2021), participent à la conservation de la mangrove. En outre, beaucoup d'enquêtés ont affirmé avoir participé aux activités de reboisement, contribuant ainsi à la restauration de l'écosystème. Cela est dû au fait que la population s'est conscientisée ces dernières années de la nécessité de conserver cette précieuse ressource. Cette conscientisation a été constatée par Dièye et al. (2013b) au Saloum (Sénégal) ; Bonou et al. (2019) au Bénin ; Sané et al. (2022) à Oussouye (Sénégal). A cela s'ajoute la franche collaboration, existant entre les agents du PNDS et la population, qui est indispensable pour la conservation des ressources naturelles (Moernaut, 2021). La participation massive aux activités de réhabilitation a été démontrée par Ranaivojaona et Ranarijaona (2021) à Madagascar.

5. Conclusion

Ce travail a permis d'analyser la dynamique spatio-temporelle de la mangrove du Saloum entre 2008 et 2022. La classification supervisée a permis de discriminer cinq classes d'occupation du sol dans la mangrove. Il s'agit des mangroves, des tannes, de l'eau, des zones habitées et des autres (forêts/zones de culture). Globalement, une grande stabilité de la mangrove a été observée. L'eau et la mangrove ont été les classes les plus stables et les plus instables ont été les tannes et les zones habitées. La mangrove, l'eau et les forêts/zones de culture ont subi des régressions de leurs superficies au profit des tannes et des zones habitées qui ont vu leurs superficies doublées entre 2008 et 2022. Même si les actions anthropiques restent déterminantes, les populations laissent supposer que cette régression de la mangrove est principalement due aux facteurs naturels dont les plus prépondérants sont la sécheresse et le déficit pluviométrique. La CAH a permis de classer les acteurs en ramasseurs de fruits de mer localisés à Bettenty et à Missirah, en pêcheurs et exploitants de crevettes résidant à Massarinko, Missirah et Bagadadji et en exploitants de bois à Bettenty et Djinack. En contrepartie, la population contribue beaucoup aux activités de restauration notamment le reboisement et la préservation de l'écosystème. Donc l'hypothèse selon laquelle les activités anthropiques sont les principaux facteurs de la régression de la mangrove n'est pas vérifiée. Pour une gestion durable de la mangrove, l'étude des facteurs naturels couplés à ceux anthropiques devrait être entreprise.

Remerciement

Les auteurs remercient AGRINATURA et l'ERAIFT qui ont assuré le financement ainsi que les villageois pour la facilitation du travail.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Diop AB, Samb CO
Gestion des données	Diop AB, Samb CO, Barry M, Ndour AA
Analyse formelle	Diop AB, Samb CO, Barry M, Ndour AA, Cissé O, Mukenza MM
Enquête et investigation	Diop AB, Barry M, Ndour AA
Méthodologie	Diop AB, Samb CO
Supervision Validation	Diop AB, Samb CO, Sambieni Kouagou R, Diansambu, Makanua I, Mewru JPM, Bogaert J
Écriture – Préparation	Diop AB, Samb CO
Écriture – Révision	Diop AB, Samb CO

Références

Ackermann G, Alexandre F, Andrieu J, Méring C, Olivier C (2007) Dynamique des paysages et perspectives de développement durable sur le Petite Côte et dans le delta du Sine-Saloum (Sénégal) », *VertigO*, vol. 7, No°2, Art.16. https://doi.org/10.4000/vertigo.2206 . Dynamique des paysages et perspectives de développement durable sur la petite cote et dans le delta du Sine – Saloum (Sénégal) (openedition.org)

ADG (Aide au Développement Gembloux) (2011) Manuel de Capitalisation de l'expérience, Guide pratique à l'usage des Communautés Rurales du Delta du Saloum, Sénégal : la mangrove, un écosystème à protéger, 92 p.

Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) (2022) Rapport, 2p.

Ajonina G, Kairo JG, Grimsditch G, Sembres T, Chuyong G, Mibog DE, Marine K (2014) Carbon pools and multiple benefits of mangroves in Central Africa: Assessment for REDD+. https://www.ambienteysociedad.org.co/wp-content/uploads/2015/02/REDDcarbon_lores-1.pdf

Ajonina GN, Aya FA, Diame A, Armah AK, Camara S, Amegankpoe C, Kaya P (2016) Overview of Experience of Mangrove Reforestation in West and Central Africa. 38th Annual Conference of the Forestry Association of Nigeria (FAN), Port Harcourt- Nigeria, 934p. Overview-of-experience-of-mangrove-reforestation-in-West-and-Central-Africa.pdf (researchgate.net)

Alexandris NB, Chatenoux L, Lopez T, Peduzzi P (2013) Monitoring mangrove restoration from space, UNEP/GRID-Geneva, 45p. https://archive-ouverte.unige.ch//unige:77082

Alongi DM (2014) Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests, « Annual Review of Marine Science » - vol. 6 : 195-219, [en ligne] URL : https://doi.org/10.1146/annurevmarin-010213-135020

ANACIM (2022) Rapport annuel, 2p.

Andriamanantena FH (2015) Écologie et régénération de la mangrove d'Antsanitia. Mémoire de master en Sciences de la vie et de l'environnement, université de Mahajanga, 76 p.

Andriamanantena FH, Ranarijaona HLT, Andriaharimalala T, Andriamanantena AH, Andriamanantena Z, Delaitre E, Iltis J (2021) Dynamique spatio-temporelle d'une méga-mangrove malagasy : marais maritime de Bombetoka. ⟨hal-03652252⟩

Andrieu J, Alexandre F, Méring C (2013) De la dynamique de la végétation à la dynamique des paysages. Analyse rétro-prospective de la végétation Ouest-Africaine en relation avec les transformations du milieu et des pratiques. L'exemple de l'île de Diamniadio (Delta du Saloum, Sénégal) », Colloque « Paysages et Environnement, Chilhac, Edition Presses Universitaires de Franche-Comté, 345-358. https://hal.science/hal-01282197

Armah AK, Diame A, Ajonina G, Kairo J (2010) Protection des mangroves : Le rôle du Réseau africain des mangroves. *Nature & Faune*, *24*(1). https://www.fao.org/3/al061f/al061f03.pdf

Barima YSS, Egnankou WM, N'doumé ATC, Kouamé FN, Bogaert J (2010) Modélisation de la dynamique du paysage forestier dans la région de transition forêt-savane à l'est de la Côte d'Ivoire. *Télédétection : Revue de Recherche et d'Application en Télédétection*, *9*(2). https://hdl.handle.net/2268/106380. ORBi: Référence détaillée (uliege.be)

Bassène OA (2016) L'Évolution des mangroves de la Basse-Casamance au Sud du Sénégal au cours des 60 dernières années : surexploitation des ressources, pression urbaine et tentatives de mise en place d'une gestion durable. Thèse de Doctorat : Université Jean Monnet (Saint-Étienne) et Université Gaston Berger (Saint-Louis), 310 p. https://theses.hal.science/tel-01559306/document . https://www.theses.fr/2016LYSES040

Bidossessi TA, Orekan V, Paegelow M, Tente B (2018) Evaluation de l'occupation du sol dans la commune de Ouake (Nord Ouest Benin) à partir de la télédétection. In *Images satellitaires pour un meilleur aménagement des territoires et une gestion durable de la biodiversité*, 75-90. https://hal.science/hal-02512888/document/ . https://hal.science/hal-02512888

Bogaert J, Vranken I, Andre M (2014) Anthropogenic effects in landscapes: historical context and spatial pattern. In Biocultural Landscapes Diversity, Functions and Values, Hong S-K, Bogaert J, Min Q (Eds). *Springer Science + Business Media Dordrescht* : 89-112. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8941-7_8 . Chap9BioculturalLandscapes.pdf (uliege.be)

Bonou CT, Sahgui EMC, Karimou S, Issifou YI, Toko-Imorou I, Micha JC (2021) Dynamique des écosystèmes de mangroves dans l'aire communautaire de conservation de la biodiversité de la Bouche du Roy au sud-ouest du Bénin. *Geo-Eco-Trop*., 45, 4 : 711-723.

Chaudhari S, Pachpande MP (2015) Natural carbon sequestration by dominant mangrove species Avicennia marina Var. Accutissima Ex Staf and Moldenke Ex Moldenke found across Thane Creek, Maharashtra, India. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(2): 1162-1165. ISSN 2229-5518. Natural Carbon sequestration by dominant mangrove species Avicennia marina var. accutissima ex Staf & Moldenke ex Moldenke found across Thane creek, Maharashtra, India (researchgate.net)

CSE (2008) Etablissement de la situation de référence du milieu naturel en basse et moyenne Casamance. CSE, Dakar, Sénégal, 201p.

Diedhiou A, Sambou A, Sarr SM (2021) Perceptions des populations sur les services écosystèmiques des aires protégées : Cas de l'Aire Marine Protégée d'Abéné, Sénégal. *Revue Ecosystèmes et Paysages* (Togo). N°01, vol 01 ; 73-84pp.https://www.researchgate.net/publication/357305194_Perception_des_populations_sur_les_services_ecosystemiques_des_aires_protegees_Cas_de_l'Aire_Marine_Protegee_d'Abene_Senegal

Dieng D, Sow M, Sow EH, Taibou BA (2022) Dynamique Spatio-temporelle de la Mangrove du bas Delta du Fleuve Sénégal de 1980 à 2021: Approche par Télédétection et Système d'Information Géographique. *ESI Preprints*, *11*, 117-117. https://esipreprints.org/index.php/esipreprints/article/view/180

Diéye EB (2007) Les ensembles littoraux de la lagune de Joal-Fadiouth et de l'estuaire du Saloum (Sénégal) : approche méthodologique de la dynamique de mangrove entre 1972 et 2005 par télédétection et système d'information géographique. Thèse de 3ème cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 262p.

Diéye EB, Diaw AT, Sané T, Sy O, Dioh P (2011) Changement climatique et évolution de la mangrove dans la lagune de Joal-Fadiouth (Sénégal). In Climat montagnard et risques, Actes du 24ème Colloque International de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), Rovereto (Italie), pp183-188. http://rivieresdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/139 . Microsoft Word - AIC 2011 (uasz.sn)

Dieye EHB, Diaw AT**,** Sané T, Ndour N (2013b) Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010. *Cybergeo: European Journal of Geography*, *22p* [En ligne], Environnement, Nature.; DOI : https://doi.org/10.4000/cybergeo.25671. Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010 (openedition.org)

Diéye EHB, Sané T, Diaw AT, Manga A (2013a) Variabilité pluviométrique et dégradation des écosystèmes de mangrove : actions communautaires de réhabilitation à Tobor en Basse-Casamance. *Actes du XXVIème colloque International de l'Association Internationale de Climatologie, Cotonou, Benin, AIC*, 194-199. http://rivieresdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/90

Dièye EHB, Sané T, Solly B, Diédhiou P, Ba BD, Thior M, Méring C, Sy O, Diaw AT (2021) Dynamique spatiale et mutations socio-environnementales en zone de mangrove ouest-africaine, de la lagune de Joal-Fadiouth (Sénégal) au Rio de Cacine (GuinéeBissau). *Actes du Colloque international LMI-PATEO-UASZ, tenu à l'Université Assane Seck de Ziguinchor (Sénégal) du 19 au 22 novembre 2019*, 547-562. http://rivieresdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/138

Diop AB. Samb CO, Ndour AA, Barry M, Cissé O, Ahouandjinou SDITK, Kouagou SR, Mate MJ-P, Diansambu MI, Bogaert J (2024) Caractérisation de la mangrove du Saloum, Sénégal. Revue de l'environnement et de la biodiversité-PASRES, 8(2) 2023 : 57-66. ISSN : 2520-3037.

Diop ES (1986) Estuaires holocènes tropicaux. Etude de géographie physique comparée des 'Rivières du Sud' du Saloum à la Méllacorée. Doctorat d'Etat, Strasbourg, Université Louis Pasteur, 498 p. theses.fr – EL HADJI SAL DIOP , Estuaires holocenes tropicaux. Etude de geographie physique comparee des "rivieres du sud" (afrique de l'ouest)

Diop ES (1990) *La* côte Ouest africaine du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (Rép. Guinée*)*. Paris, ORSTOM. Coll. « Etudes et Thèses », 379 p. La côte ouest-africaine : du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (Rép. de Guinée)- fdi:40109- Horizon (ird.fr)

Diop ES, Soumaré A, Diallo N, Guissé A (1997) Recent changes of the mangroves of the Saloum River Estuary, Senegal. *Mangroves and salt Marshes*, (1): 163-172. https://doi.org/10.1023/A:1009900724172 . Recent changes of the mangroves of the Saloum River Estuary, Senegal | Mangroves and Salt Marshes (springer.com)

FAO (2009) L'importance des forêts de mangrove pour la pêche, la faune sauvage et les ressources en eau en Afrique, 151 p.

Fisher JrCJ, Slotman GJ, Opal SM, Pribble JP, Bone RC, Emmanuel G (1994) Initial evaluation of human recombinant interleukin-1 receptor antagonist in the treatment of sepsis syndrome: a randomized, open-label, placebocontrolled multicenter trial. *Critical care medicine*, *22*(1), 12-21. https://doi.org/10.1093/jnci/86.7.527. Endometrial Cancer in Tamoxifen-Treated Breast Cancer Patients: Findings From the National Surgical Adjuvant Breast and Bowel Project (NSABP) B-14 * | JNCI: Journal of the National Cancer Institute | Oxford Academic (oup.com)

Folega F, Atakpama W, Pereki H, Diwediga B, Novotny IP, Dray A, Garcia C, Wala K, Batawila K, Akpagana K. Geo-Based Assessment of Vegetation Health Related to Agroecological Practices in the Southeast of Togo. Applied Sciences. 2023; 13(16):9106. https://doi.org/10.3390/app13169106

Folega F, Rakotondrasoa MA, Walakperkouma-Woegan Y, Agbelessessi KM, Pereki H, Polo-Akpisso A, Batawila K, Akpagana K (2017) Écologie et dynamique spatio-temporelle des mangroves au Togo. *VertigO* - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 17 numéro. URL : http://journals.openedition.org/vertigo/18791 ; DOI : 10.4000/vertigo.18791

Giri G, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland T, Masek J, Duke N (2011) Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154–159p. **https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x**. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data (psu.edu)

Giulia C (2009) Human and Environment Interactions in two Mangrove Ecosystems of Senegal. Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium, 272 p. https://hdl.handle.net/2078.1/206526

Gordon C, Tweneboah E, Mensah A, Ayivor J (1999) L'application de l'approche écosystémique à la gestion des mangroves : Leçons pour le Ghana. *L'importance des forêts de mangrove pour la pêche, la faune sauvage et les ressources en eau en Afrique*, 31. Nature & Faune Vol. 24, Issue 1 (fao.org)

Jessen LIF, Janssen F, Van Der Wel FJ (1994) Accuracy assessment ofsatellite derived landcover data: A review. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, *60*(4), 479-426. http://www.jstor.org/stable/2529310?origin=JSTOR-pdf . The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data (semanticscholar.org)

Kazimna M (2021) Les paysages végétaux des massifs Kabyè : biodiversité, dynamique et potentiel de sequestration du carbone atmosphérique. Thèse de doctorat ; Université de Lomé, 232p. https://www.amazon.com/BIODIVERSITE-PAYAGES-VEGETAUX-PAYSAGES-MASSIFS/dp/6203457531

Landis JR, Koch GG (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 33, 159-174. https://doi.org/10.2307/2529310 Stable URL: https://www.jstor.org/stable/2529310

Le Partenariat (2019) Projet valorisation et mise en valeur de la mangrove : delta du fleuve Sénégal, approche territoriale pour la gestion des espaces de mangroves, 4p.

Lebigre JM (2010) Distribution des marais à mangrove dans le monde : carte. Disponible sur http://mangrove.mangals.over-blog.com.

Locatelli B (2013) Services écosystémiques et changement climatique, Environnement et Societé, Universite de Grenoble, 80 p. https://theses.hal.science/tel-00931871

Lombard F, Andrieu J, Descroix L (2021) La population d'Avicennia germinans du delta du Saloum est-elle relictuelle depuis la dernière période humide?. *Bois et Forêts des Tropiques*, 51-64. Doi : https://doi.org/10.19182/bft2020.346.a36296. La population d'Avicennia germinans du delta du Saloum est-elle relictuelle depuis la dernière période humide? (hal.science)

Mabafei A, Diwediga B, Wala K, Folega F, Akpagana K (2021) Caractérisation phytosociologique des zones humides de la plaine de l'Ogou. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, N° 01, vol 01 ; 43-57 pp e-ISSN : 3790-3230. https://www.researchgate.net/publication/357187963_Caracterisation_phytosociologique_des_zones_humides_de_la_plaine_de_l'Ogou_Phytosociological_characterization_of_the_wetlands_of_the_Ogou_plain

Maoulana-Abbas S (2009) Diagnostic géobotanique et impacts anthropiques sur le paysage de la mangrove dans la baie de Toliara, Thèse de doctorat en Géographie, Université de Tuléar, Madagascar, 75 p.

Marius C (1979) Effets de la sécheresse sur l'évolution phytogéographique et pédologique de la mangrove en Basse-Casamance. *Bulletin de l'IFAN*, *41*, 671-691. https://core.ac.uk/download/pdf/39878317.pdf

MEA, FAO (2018) Inventaire floristique et faunique des écosystèmes de mangroves et des zones humides côtières du Bénin. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Cotonou, Bénin

Moernaut M (2021) Travail de fin d'études : Comment les territoires s'organisent-ils autour de la gestion de la mangrove ? Le cas des territoires concernés par le projet DEMETER au Sénégal, 74p. https://lib.uliege.be. URL permanente : http://hdl.handle.net/2268.2/13064

Moreau N (2004) Mise en évidence et cartographie par télédétection de l'évolution de la mangrove dans les îles du Saloum ces trois dernières décennies (de 1972 à 2001), *Photo- Interprétation*, 23-26. ISSN 0031-8523. Mise en évidence et cartographie par télédection de l'évolution des forêts de mangrove dans les îles du Saloum au cours des trois dernières décennies (1972 à 2001) (ird.fr)

Ndour N (2005) Caractérisation, et étude de la dynamique des peuplements de mangrove de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (Sénégal), Dakar, UCAD, 180 p.

Ndour N, Dieng S, Fall M (2012) Rôles des mangroves, modes et perspectives de gestion au Delta du Saloum (Sénégal), *VertigO* - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 11 Numéro 3 | décembre 2011, mis en ligne le 11 octobre 2016, URL : http://vertigo.revues.org/11515 ; DOI : 10.4000/vertigo.11515

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2002) Oil Spills in Mangroves: Planning and Response Considerations. NOAA, Office of Response and Restoration report, Maryland.

Okanga-Guay M, Assoumou EO, Aken IA, Simba CM, Mombo JB, Ebanega MO, Mbadinga M, Rogombe L, Mouketou-Tarazewicz D (2019) Suivi des changements spatiaux et environnementaux dans les mangroves de la province de l'Estuaire du Gabon. In *Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique*, 27p. https://hal.science/hal-02189534/document. Suivi des changements spatiaux et environnementaux dans les mangroves de la province de l'Estuaire du Gabon (hal.science)

Orekan V, Plagbeto H, Edea E, Sossou M (2019) Évolution actuelle des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois. ». Actes de la Conférence : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Mertens, B. Orekan, V. Eds, Mars, Cotonou, Bénin; p. 341-355, https://hal.archives-ouvertes.fr/OSFACO/ . https://hal.science/hal-02189536

Ottaviani D (2021) Valuation of marine and estuarine coastal ecosystem services in the Canary Current large marine ecosystem region / Évaluation des services écosystémiques marins côtiers et estuariens dans la région du grand écosystème marin du courant des Canaries. FAO Fisheries and Aquaculture Circular/FAO, Circulaire sur les pêches et l'aquaculture, no.1205. Rome, FAO, 178p. https://doi.org/10.4060/ca8342b **ISSN (Print): 2070-6065**. http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca8342b

Plan communal de Développement (PDC) de Toubacouta 2016 Rapport, 124p.

Plan communal de Développement (PDC) de Toubacouta 2020 Rapport, 97p.

Plan d'Aménagement et de Gestion du PNDS (2020) Rapport, 140p.

Pontius G, Shusas E, McEachern M (2004) Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. In Agriculture. *Ecosystems and Environment*, 101:251-268. https://www2.clarku.edu/~rpontius/pontius_etal_2004_aee.pdf

Pontius RG, 2000. Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, *66*(8), 1011-1016. http://www.econgeography.org/~rpontius/pontius_2000_pers.pdf

Pramova E, Locatelli B, Djoudi H, Somorin O (2012) Le rôle des forêts et des arbres dans l'adaptation sociale à la variabilité et au changement climatique, CIFOR, n° 14, 16 p. 3:581-596, doi: 10.1002/wcc.195 https://hal.science/cirad-00937157 . Le rôle des forêts et des arbres dans l'adaptation sociale à la variabilité et au changement climatiques - CIRAD - Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (hal.science)

Pritchard DW (1967) What is an estuary: physical viewpoint. Lauff G. H. (éd.) Estuaries. *Am. Ass. Adv. Sci. Publ*, (83): 3-5. http://hdl.handle.net/1969.3/24383

Ranaivojaona SB, Ranarijaona HLT (2021) Dynamique Écologique De La Mangrove Périurbaine De Mahajanga : Approche Écosystémique Et Par Télédétection. *Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement* 4, 16-23. ISSN : 2709-8192_ *https://portal.issn.org/resource/ISSN/2709-8192*

Rogombe LG, Bekale AJL, Mbadinga M, Mombo JB (2022) Les facteurs anthropiques de la dégradation des mangroves d'Angondjé, Okala et Mikolongo au nord du Grand Libreville. https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n24p186 . ISSN: 1857-7881 (Print) e - ISSN 1857-7431. 15583-libre.pdf (d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net)

Sané T, Solly B, Ba BD, Ndour N, Sy O, Thior M, Mendy V, Tall BSHE, Mering C, Diaw AT (2022) Dynamique de la mangrove et perceptions locales dans le Département d'Oussouye (Basse-Casamance, Sénégal) entre 1972 et 2018. *Tropicultura*, 40(1), 1-27. DOI : **https://dx.doi.org/10.25518/2295-8010.2016 . https://shs.hal.science/halshs-04007069**

Sanou L, Savadogo WA, Diawara S, Savadogo P (2023) Perceptions locales des perturbations écologiques sur la dynamique de la végétation de la réserve de biosphère transfrontalière Parc National du W, Afrique de l'Ouest. *Revue Ecosystèmes et Paysages* 3(2) : 1-14, e-ISSN : 2790-3230. DOI : https://lbev-univlome.com/revue-ecosysteme-et-paysage/numero

Seou E (2016) Quantification des changements d'occupation du sol dans la vallée de Zio (Sud-Togo) à l'aide de l'imagerie satellitaire Landsat. Mémoire de master/Département de géographie/UL.117p.

Seou E, Takou PW, Boukpessi T (2022) Analyse des changements par télédétection de la couverture végétale du bassin de Zio (Sud-Ouest Togo). *Revue Ecosystèmes et Paysages* N°01, vol 01 126-139p. https://lbev-univlome.com/wp-content/uploads/2022/08/Seou-et-al21.2022.pdf

Solly B, Diéye EHB, Sané T, Diaw AT (2018) Dynamique de la mangrove de Thiobon dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal) entre 1972 et 2017. *European Scientific Journal*, 14, 33, 118-133. http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n33p118/ http://rivieresdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/81

Soumaré S, Fall A, Andrieu J, Marega O, Dieme B (2020) Dynamique spatio-temporelle de la mangrove de Kafountine dans l'estuaire de la Basse-Casamance des années 1972 à nos jours. Approche par télédétection. *IOSR Journal of Engineering*, *10*, 1-14. www.iosrjen.org . ISSN (e): 2250-3021, ISSN (p): 2278-8719

Sow EH, Ba BFT (2020) Ecologie et dynamique des écosystèmes : mise en application des critères de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN pour l'évaluation de la mangrove de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS), Sénégal. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 39-51. DOI:10.9790/1813-0910013951. ISSN (e): 2319-1813 ISSN (p): 20-24-1805. F0910013951-libre.pdf (d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net)

Spalding MD, Kainuma M, Collins L (2011) Atlas Mondial des Mangroves. International Society for Mangrove Ecoystem. OIBT. Malaisie.

Stubbs BJ, Saenger P (2002) Les mangroves de restauration des mangroves : application des principes de la gestion forestière pour leur conception, leur réalisation et leur évaluation. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, *273*, 5-21.

https://doi.org/10.19182/bft2002.273.a20137 . file:///C:/Users/Imane%20Assane/Downloads/CIRADjournals,+BFT_273_5-21-1.pdf

Takou PW, (2016) Modélisation prospective de la ville de Lomé. Dynamique des paysages, scénarios prospectifs et simulation spatiale. Thèse de doctorat de géographie de l'Université de Lomé 293p. https://www.researchgate.net/publication/357163759_Modelisation_prospective_de_la_ville_de_Lome_scenarisation_simulation_et_veille_prospective